

## ***Initiation of Z-fract Formula as a Bio-additive for Industrial Machine Efficiency***

### **Inisiasi Z-fract Formula sebagai Bio-aditif Efisiensi Mesin Industri**

**Noor Fitri<sup>a,b\*</sup>, Riskiyatul Mauludiyah<sup>a</sup>, Qomarudin Sukri<sup>c</sup>, Rahmat Syahputra<sup>c</sup>, Ika Ila Nurhuddah<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>*Prodi Magister Kimia, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*

<sup>b</sup>*Pusat Studi Minyak Atsiri (CEOS UII), FMIPA Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*

<sup>c</sup>*PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap, Kalimantan Selatan*

\*Corresponding e-mail: [noor.fitri@uii.ac.id](mailto:noor.fitri@uii.ac.id)

Diterima: 26 Mei 2024, Direvisi: 28 Juni 2024, Diterbitkan: 28 Juli 2024

#### **ABSTRACT**

*Since the onset of the industrial revolution, fuel oil (BBM) has served as the primary energy source. In Indonesia, there was a 10 percent increase in fuel consumption in 2016, reaching 48.6 million m<sup>3</sup>/year compared to the previous year, 2015. However, this rise in fuel usage hasn't been matched by an increase in Indonesia's oil reserves, which are estimated to deplete by 2050. With limited fuel reserves and mounting concerns about global warming and environmental pollution, extensive exploration into renewable and sustainable alternative fuels has been undertaken. Various researchers have proposed solutions, one of which involves incorporating additives derived from abundant non-edible natural resources in Indonesia, such as essential oils.*

*Essential oils are extracted from plant parts using diverse techniques. These oils possess a low vapor point and are soluble in diesel fuel. Moreover, they contain diverse chemical compounds with oxygen atoms, enabling them to enhance the combustion process in diesel engines. Acting as bioadditives, essential oils augment the quality of diesel fuel. Fuel additives, which are substances added to fuel—especially gasoline or diesel—aim to enhance fuel properties, leading to improved performance. Their incorporation can reduce detrimental emissions like hydrocarbons (HC), particulate matter, CO<sub>2</sub>, and NO<sub>x</sub> emissions. Furthermore, they aid in increasing fuel viscosity, anti-knock properties, octane and cetane ratings, as well as improving cold flow characteristics, thermal stability, cleanliness, and preventing engine corrosion. Research outcomes indicate that essential oils can decrease diesel fuel consumption, lower gas emissions, and safeguard engines from rust deposits. Citronella essential oil stands out as a potential bioadditive due to its main compounds—citronellal, geraniol, and citronellol—that contain oxygen atoms.*

*PT Arutmin Kintap has supported local farmers and distillers by cultivating citronella on 10 hectares of former mining land. Their plan involves utilizing the produced citronella essential oil to create the Z-fract Formula as a Bio-additive for industrial machine efficiency, collaborating with the Indonesian Islamic University (UII). The Z-fract bio-additive formula is specifically designed for PT Arutmin's industrial machines. Key strategic actions include: (1) Conducting workshops for essential oil farmers on proper planting techniques aligned with Good Agricultural Practices (GAP) to ensure raw material availability and production of citronella essential oil meeting SNI standards; (2) Characterization of citronella oil produced in Kintap; (3) Fractionating citronella essential oil; (4) Analysis of the chemical composition of the citronella oil fraction.*

**Keywords:** Z-fract formula, bio-additives, citronella oil, industrial machine efficiency

## ABSTRAK

Sejak awal revolusi industri, bahan bakar minyak (BBM) telah menjadi sumber utama energi. Di Indonesia, konsumsi BBM meningkat 10 persen pada tahun 2016 yaitu 48,6 juta m<sup>3</sup>/tahun dibanding tahun 2015. Akan tetapi, peningkatan konsumsi bahan bakar tidak imbangi dengan peningkatan cadangan minyak bumi di Indonesia, yang diperkirakan akan habis pada 2050. Keterbatasan BBM, isu pemanasan global, dan masalah pencemaran lingkungan, telah mengarah pada penelitian mendalam mengenai penggunaan bahan bakar alternatif yang terbarukan dan berkelanjutan. Beberapa solusi telah ditawarkan oleh berbagai peneliti, salah satunya adalah penambahan bahan aditif dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia berlimpah di Indonesia dan tidak untuk dikonsumsi seperti minyak atsiri.

Minyak atsiri merupakan minyak yang diperoleh dari bagian tanaman dengan berbagai teknik ekstraksi. Minyak atsiri memiliki titik uap yang rendah dan larut dalam solar. Selain itu, minyak atsiri mengandung berbagai macam senyawa kimia yang mengandung atom oksigen sehingga mampu menyempurnakan sistem pembakaran pada mesin diesel. Minyak atsiri berperan sebagai bioaditif untuk meningkatkan kualitas solar. Aditif bahan bakar adalah zat yang ditambahkan pada bahan bakar terutama bensin atau solar untuk meningkatkan sifat bahan bakarnya sehingga menghasilkan kinerja yang lebih baik. Ketika ditambahkan ke bahan bakar, mampu mengurangi emisi berbahaya seperti hidrokarbon (HC), partikel, emisi CO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub>. Selain itu digunakan untuk meningkatkan viskositas, anti ketuk, oktan, setana dan sifat aliran dingin dari bahan bakar serta meningkatkan stabilitas termal, kebersihan dan mencegah korosi mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri mampu menurunkan konsumsi pembakaran solar, menurunkan kadar emisi gas, dan mencegah karatan (deposit) pada mesin. Minyak atsiri serai wangi berpotensi dijadikan bioaditif karena senyawa utama sitronelal, geraniol dan sitronelol mengandung atom oksigen.

PT Arutmin Kintap telah melakukan pemberdayaan petani dan penyuling lokal dengan menanam serai wangi pada lahan bekas tambang seluas 10 Ha. PT Arutmin Kintap berencana menggunakan minyak atsiri serai wangi yang dihasilkan untuk produksi Z-fract Formula sebagai Bio-aditif efisiensi mesin industri bekerja sama dengan Universitas Islam Indonesia (UII). Formula bio-aditif Z-fract dibuat spesifik sesuai dengan mesin industri PT Arutmin. Langkah strategi yang akan dilakukan: (1) Workshop untuk petani atsiri untuk proses penanaman yang sesuai dengan *Good Agricultural Practices* (GAP) dalam upaya menjaga tersedianya bahan baku dan Produksi atsiri minyak serai wangi sesuai standar SNI; (2) Karakterisasi Minyak Serai Wangi yang telah diproduksi di Kintap; (3) Fraksinasi Minyak atsiri serai wangi; (4) Analisis Komposisi Kimia Fraksi Minyak Serai Wangi.

**Kata kunci:** Z-fract formula, bio-aditif, minyak serai wangi, efisiensi mesin industri

## PENDAHULUAN

Sejak awal revolusi industri, bahan bakar fosil telah menjadi sumber utama energi dan bahan kimia industri. Saat ini, cadangan bahan bakar fosil terbatas. Minyak

fosil diperkirakan akan habis pada tahun 2050 (Setyono dan Kiono, 2021). Di Indonesia, konsumsi bahan bakar umum meningkat 10 persen per tahun, dimana minyak fosil tetap menjadi bahan bakar dominan Indonesia. Peningkatan konsumsi

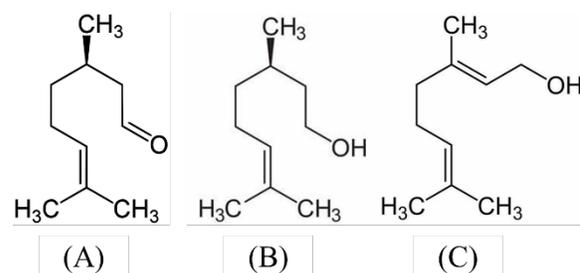
bahan bakar tidak imbangi dengan peningkatan cadangan minyak fosil di Indonesia. Sifat terbatas, ditambah dengan tantangan meroketnya biaya minyak konvensional, isu pemanasan global, dan masalah pencemaran lingkungan lainnya, telah mengarah pada penelitian mendalam mengenai penggunaan bahan bakar alternatif yang terbarukan dan berkelanjutan.

Beberapa solusi telah ditawarkan oleh berbagai peneliti, seperti produksi biodiesel dan penambahan bahan aditif. Bahan aditif yang ditambahkan dapat berasal dari sumber daya alam yang tersedia berlimpah di Indonesia dan tidak untuk dikonsumsi seperti minyak atsiri.

Minyak atsiri merupakan minyak yang diperoleh dari bagian tanaman dengan berbagai teknik ekstraksi. Minyak atsiri memiliki titik uap yang rendah dan larut dalam solar. Selain itu, minyak atsiri terkandung berbagai macam senyawa kimia yang mengandung atom oksigen sehingga mampu menyempurnakan sistem pembakaran pada mesin diesel (Lawang dkk., 2019; Utomo dan Anis, 2021). Minyak atsiri dapat digunakan sebagai bioaditif efisiensi solar (Fitri dkk, 2022). Aditif bahan bakar adalah zat yang ditambahkan atau dicampur dengan bahan bakar terutama bensin, diesel

dan atau biodiesel untuk meningkatkan sifat bahan bakarnya sehingga menghasilkan kinerja yang sangat baik. Minyak atsiri memiliki titik uap yang rendah dan larut dalam BBM. Ketika ditambahkan ke bahan bakar, mampu mengurangi emisi berbahaya seperti hidrokarbon (HC), partikel, emisi CO dan NO<sub>x</sub>. Selain itu, dapat digunakan sebagai zat anti ketuk, peningkatan bilangan oktan dan setana, serta sifat aliran dingin dari bahan bakar untuk meningkatkan stabilitas termal, kebersihan dan mencegah korosi mesin.

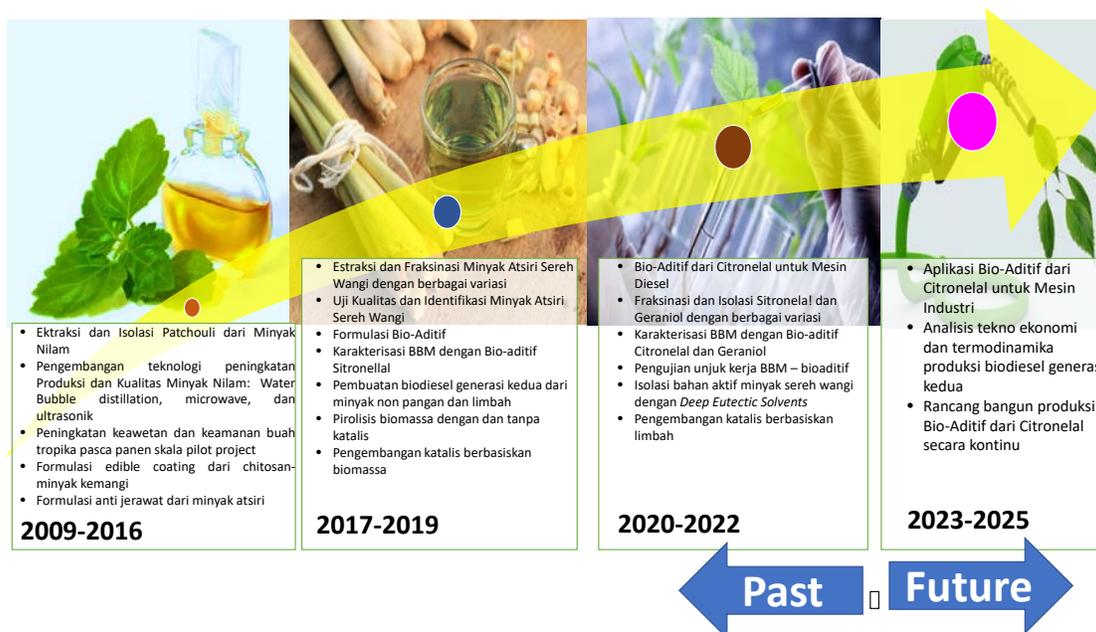
Beberapa minyak atsiri telah dikembangkan oleh para peneliti sebagai bioaditif seperti minyak daun cengkeh, minyak nilam, minyak terpentin, minyak jeruk, minyak kayu putih, dan minyak pinus (Muhyi *et al.*, 2019; Alfian *et al.*, 2019; Lawang dkk., 2019; Nabi *et al.*, 2019; Rahman *et al.*, 2019; Hariyanto dkk, 2021). Selain itu, minyak serai wangi berpotensi dijadikan bioaditif karena mengandung sitronelal, geraniol dan sitronelol yang mengandung atom oksigen (Gambar 1) (Milenia dkk, 2022).



**Gambar 1.** Komponen utama senyawa kimia minyak atsiri serai wangi sitronelal (A), sitronelol (B), dan geraniol (C)

Penelitian yang telah dilakukan adalah inisiasi Z-fract Formula sebagai Bio-aditif Efisiensi Mesin Industri, dalam hal ini peneliti UII bekerja sama dengan PT. Arutmin Kintap. Sejak tahun 2009, Peneliti UII telah aktif meneliti minyak atsiri Indonesia dan pengembangan produk hilirnya berbasis minyak atsiri. Berbagai artikel riset telah dipublikasi terkait bio aditif dari minyak atsiri Indonesia untuk efisiensi BBM. Pada tahun 2023-2025 akan dilakukan

rancang bangun produksi bio aditif dari minyak serai wangi Indonesia secara kontinu. Rekam jejak Peneliti terkait riset bio aditif dapat dilihat pada Roadmap di Gambar 2. Z-fract formula dapat meningkatkan efisiensi penggunaan BBM di industri hingga 20 % berdasarkan riset yang telah dilakukan dan dipublikasikan pada Jurnal Designs Vol.6 no.15 (2022). Formula Z-fract meningkatkan efisiensi dengan cara meningkatkan kesempurnaan reaksi pembakaran di mesin. Senyawa kimia yang terkandung dalam Z-fract mengandung senyawa oksigenat sehingga dapat membantu proses pembakaran BBM di mesin.



**Gambar 2.** Roadmap Riset Bio-aditif Serai wangi

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

#### Alat

Alat yang digunakan yaitu peralatan alat gelas laboratorium, refraktometer, viskometer oswald, seperangkat alat distilasi kukus, seperangkat alat distilasi fraksinasi vakum (36-100 *automatic high efficiency distillation system*), Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GC-MS Shimadzu), mesin diesel *compression ignition* (CI), dan *dynotest hydraulic system*.

#### Bahan

Bahan yang digunakan yaitu tanaman minyak serai wangi yang ditanam di lahan bekas tambang PT. Arutmin Kintap (Kalimantan Selatan), natrium sulfat anhidrat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), etanol, bahan bakar minyak dan akuades. Metode penelitian yang dilakukan meliputi: (1) Ekstraksi minyak serai wangi dengan Teknik destilasi uap; (2) Karakterisasi minyak serai wangi sesuai dengan standar SNI-06-3953-2019; (3) Destilasi Fraksinasi vakum minyak atsiri serai wangi; (4) Uji kualitas minyak atsiri serai wangi dan fraksi unggulan sesuai dengan standar SNI-06-3953-2019.

### Ekstraksi Minyak Serai Wangi dengan Teknik Destilasi Uap

Proses ekstraksi minyak serai wangi dengan teknik destilasi uap dilaksanakan di sekitar PT. Arutmin Kintap dengan memberdayakan petani dan penyuling lokal. Kapasitas ketel destilasi uap sebesar 1000 kg. Proses ekstraksi minyak melibatkan penggunaan kayu bakar sebagai bahan bakar. Pertama, 1000 kg tanaman serai wangi diiris kecil-kecil lalu dimasukkan ke dalam ketel destilasi kukus yang berisi air. Kemudian, serai wangi dikukus selama 5-7 jam dengan api sedang. Setiap 30 menit, sistem destilasi uap diperiksa. Setelah proses itu, minyak serai wangi dipisahkan dari hidrosol menggunakan separator. Untuk menghilangkan air yang masih terkandung dalam minyak serai wangi, ditambahkan natrium sulfat anhidrat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Natrium sulfat anhidrat berfungsi untuk menyerap air yang ada dalam minyak serai wangi.

### Karakterisasi Minyak Serai Wangi sesuai SNI-06-3953-2019.

Karakterisasi yang dilakukan adalah indeks bias, densitas, polaritas, kelarutan dalam etanol, dan GC-MS. Kondisi operasional GC-MS ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kondisi Operasional GC-MS

Model: GC-2010 Simadzu
------------------------

Jenis Mesin: QP2010 SE
Kolom temperature oven: 80,0 ° C
Temperatur Injeksi: 300,00 ° C
Mode Injeksi : Berpisah
Mode Kontrol Aliran : Tekanan
Tekanan : 42,3 kPa
Total Aliran : 117,5 mL / mnt
Aliran Kolom : 0,74 mL / menit
Kecepatan Linear : 31,8 cm / detik
Aliran Pembersihan : 3,0 mL / mnt
Rate : 10.00
Temperatur : 80.0-320.0
Sumber ion temperatur : 250,00 ° C
Temperatur Antarmuka : 300,00 ° C
Mode Penguatan Detektor : Relatif
Gain Detector : 0,98 kV + 0,00 kV
Kecepatan Pindai : 1250

### **Fraksinasi Minyak Serai Wangi**

Persiapan dimulai dengan memuat tabung trap dengan campuran es dan garam untuk mencegah fase gas dari masuk ke dalam pompa vakum. Setelah itu, dilakukan penghubungan alat distilasi fraksinasi yang memiliki daya listrik antara 1000 hingga 1500 W. Optimasi dari alat ini dijelaskan dalam tabel 1. Sebanyak 250 mL minyak serai wangi dimasukkan ke dalam labu umpan. Labu umpan dilengkapi dengan batang pengaduk dan sensor yang

memastikan kehomogenan minyak, sementara jaket pemanas digunakan untuk memanaskan dan menjaga suhu yang stabil. Termokopel umpan juga digunakan untuk memelihara suhu distilasi (Malahayati dan Rahmawati, 2014). Pemanas di labu umpan dihidupkan, lalu minyak serai wangi dipanaskan selama sekitar 10 jam pada tekanan vakum (30 mmHg). Pada suatu temperatur tertentu, pipa penyalur secara otomatis akan berpindah dari tabung fraksi satu ke tabung yang baru. Proses berakhir saat suhu mencapai 300 °C (close cut). Kondensor dimanfaatkan untuk mengubah uap minyak yang keluar dari kolom distilasi menjadi cair. Distilasi fraksinasi vakum dihentikan dan ditunggu hingga suhu mencapai 70 °C. Optimasi destilasi fraksinasi vakum dilakukan dengan 2 metode yang ditunjukkan pada tabel 2.

### **Analisis Komposisi Kimia Fraksi Minyak Serai Wangi**

Minyak serai wangi yang diperoleh dari destilasi fraksinasi vakum kemudian dianalisis kandungan senyawanya dengan alat Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GC-MS-QP2010S) Shimadzu. Kondisi operasional GC-MS ditunjukkan pada tabel 1.

## PEMBAHASAN

### Workshop untuk Petani Atsiri Tentang Proses Penanaman yang sesuai dengan *Good Agricultural Practices* (GAP) dalam Upaya Menjaga Tersedianya Bahan Baku

Workshop dilakukan kepada petani setempat di daerah Kintap, Kalimantan Selatan yang bekerja sama dengan PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap untuk memproduksi minyak serai wangi (Gambar 3). Berdasarkan diskusi yang dilakukan dapat diketahui bahwa permasalahan yang dialami petani adalah kurangnya lahan yang tersedia sehingga tidak dapat menyediakan serai wangi dalam jumlah besar, kurangnya minat petani untuk menanam serai wangi karena belum adanya hilirisasi produk minyak serai wangi yang tepat, dan biaya panen yang mahal karena masih manual. Salah satu solusi adalah dengan menggunakan mesin pemotong daun serai wangi, sehingga dapat menghemat tenaga panen.



**Gambar 3.** Workshop Petani Atsiri untuk proses penanaman yang sesuai dengan *Good Agricultural Practices* (GAP)

### Ekstraksi Minyak Atsiri Serai Wangi dengan Teknik Destilasi Uap

Ekstraksi minyak atsiri serai wangi di Kintap menggunakan ketel destilasi dengan kapasitas 500 kg bahan baku. Rendemen yang diperoleh sekitar 0,8 – 1,2%. Hasil rendemen minyak serai wangi Kintap cukup bagus jika dibandingkan dengan daerah di Sleman, Yogyakarta. Ketel destilasi dan bahan baku yang telah didestilasi ditunjukkan pada Gambar 4.





**Gambar 4.** Ketel destilasi dan Bahan Baku Serai Wangi yang telah didestilasi

### Karakterisasi Minyak Serai Wangi sesuai SNI-06-3953-2019.

Minyak serai wangi yang dihasilkan berwarna kuning dan beraroma khas serai wangi. Hasil karakterisasi minyak serai wangi kemudian dibandingkan dengan SNI-06-3953-2019 yang disajikan dalam tabel 2.

**Tabel 2.** Karakterisasi Minyak Serai Wangi

Parameter	Hasil	SNI-06-3953-2019
Berat Jenis	0.896	0,880-0,902
Indeksi Bias	1,4671 (24,9°C)	1,4663-1,4770
Polarimeter	+0,45(26,3°C)	Antara -5°C dan +1°C
Kelarutan dalam Etanol	Larut dalam etanol (1:1)	Larutan jernih dengan 1 volume minyak atsiri

### Fraksinasi Minyak Serai Wangi

Pada metode 1 dengan rasio refluks 40:1, hasil destilat yang diperoleh masing masing F1, F2, F3, F4, F5 dan F6 adalah 4, 60, 24, 30, 10 dan 60 mL. Hasil optimasi destilasi fraksinasi vakum ditunjukkan pada Tabel 3.

### Tabel 3.

#### Optimasi Destilasi Fraksinasi Vakum

Parameter	Metode 1						Metode 2			
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4
<i>Open Cut</i> (°C)	176	201	225	229	240	280	170	200	225	240
<i>Close cut</i> (°C)	201	225	229	240	280	300	200	225	240	280
Rasio Refluks	40:1	40:1	40:1	40:1	40:1	40:1	20:1	20:1	20:1	20:1
<i>Heat rate</i>	17%	17%	21%	21%	17%	17%	20%	20%	20%	20%
<i>Pressure</i> (mmHg)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Pada metode 2 dengan rasio refluks 20:1 hasil destilat yang diperoleh pada F1, F2, dan F3 adalah 8, 93, dan 88 mL. Fraksi 4 menghasilkan residu yang tersisa dengan jumlah sebesar 61 mL. Berdasarkan hasil fraksinasi vakum yang diperoleh direkomendasikan metode 2 dengan rasio refluks 20:1 untuk proses fraksinasi minyak serai wangi.

### **Analisis Komposisi Kimia Fraksi Minyak Serai Wangi**

Proses pemisahan senyawa minyak serai wangi berdasarkan perbedaan titik didih dilakukan melalui destilasi fraksinasi vakum. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil optimal dari komponen minyak serai

wangi dengan memfraksinasi ulang hasil destilasi fraksinasi vakum dari metode 1 menggunakan rasio refluks 40:1 menjadi 20:1 pada metode 2.

Berdasarkan hasil kromatogram pada rasio 40:1, F1 menunjukkan dua puncak utama yaitu limonen sebesar 22,90% dan sitronelal sebesar 35,77%. Fraksi 1 adalah fraksi yang berisi senyawa sebelum sitronelal sampai sitronelal. Titik didih limonen pada fraksi ini lebih rendah daripada sitronelal, sehingga jika fraksinasi dilakukan pada sitronelal dengan tekanan vakum dan suhu yang sama, limonen akan keluar bersama sitronelal. Oleh karena itu, F1 dipisahkan untuk memaksimalkan kandungan sitronelal di fraksi berikutnya.

Pada F2, senyawa utama adalah sitronelal sebesar 76,48%. Hal ini menunjukkan bahwa F2 adalah fraksi kaya akan sitronelal. Fraksi 3 memiliki dua senyawa utama yaitu beta sitronelol sebesar 37,37% dan nerol sebesar 22,04%. Fraksi 4 juga mengandung dua senyawa utama yang sama seperti F3 yaitu beta sitronelol sebesar 29,24% dan nerol sebesar 27,73%. Fraksi 3 dan 4 memiliki titik didih antara senyawa sitronelol dan geraniol, yang sulit dipisahkan karena nilai titik didihnya sangat berdekatan. Dengan demikian F3 dan F4 adalah fraksi yang kaya akan rodinol, yaitu campuran sitronelol dan geraniol dengan kadar total sebesar 56,97%. Berbeda dengan F3 dan F4, F5 memiliki delta-Cadinen sebagai senyawa utama dengan kadar 20,26%. Sedangkan, F6 adalah residu.

Pada rasio 20:1, kromatogram menunjukkan bahwa F1 memiliki dua puncak utama yaitu limonen sebesar 64,45% dan sitronelal sebesar 15,62%. Fraksi 2 memiliki sitronelal sebagai senyawa utama sebesar 89,37%. Jika dibandingkan dengan metode 1 dimana kadar maksimal sitronelal sebesar 76,48%, maka metode 2 lebih baik dalam memurnikan sitronelal.

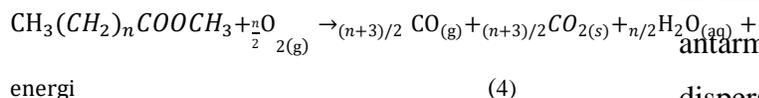
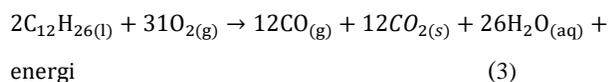
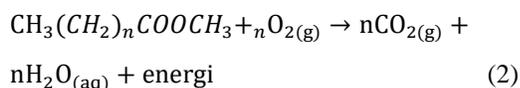
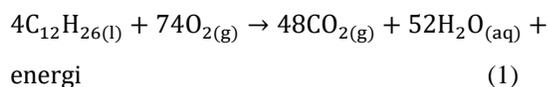
Fraksi 3 mengandung dua senyawa utama yaitu beta-sitronellol sebesar 31,73% dan geraniol sebesar 27,36%. Total rodinol

pada F3 sebesar 59,09%, yang persentasenya lebih besar dibandingkan metode 1 (56,97%).

Fraksi 4 merupakan fraksi residu gabungan dari F5 dan F6 pada metode 1, dengan satu senyawa utama yaitu geraniol sebesar 11,91%. Berdasarkan hasil analisis GC-MS ini direkomendasikan metode 2 untuk fraksinasi minyak serai wangi.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa *Sitronella* dan fraksinya memiliki potensi sebagai bio-aditif Z-fract untuk meminimalkan konsumsi energi, khususnya bahan bakar diesel. Konsumsi bahan bakar terjadi pada proses pembakaran akibat adanya kompresi udara pada ruang bakar mesin. Menurunnya konsumsi bahan bakar disebabkan adanya senyawa dalam bio-aditif yang berperan sebagai penyedia oksigen atau disebut juga senyawa oksigenat. Semakin banyak kandungan oksigen yang terkandung dalam bahan bakar; semakin mudah dan sempurna pembakaran yang terjadi. Gugus alkohol (-OH) dan aldehida (-CHO) yang mengandung oksigen bereaksi dengan senyawa bahan bakar dalam biodiesel yang berperan menyempurnakan reaksi pembakaran biodiesel sehingga menghasilkan energi dan emisi gas CO<sub>2</sub>, dan mengurangi jumlah CO. Penyempurnaan reaksi pembakaran ini

menyebabkan emisi gas buang lebih ramah lingkungan. Di dalam ruang bakar, terdapat tiga reaksi utama: inisiasi, propagasi, dan terminasi. Ketersediaan oksigen sangat penting untuk memastikan reaksi kimia di ruang bakar berlangsung secara efisien dan konsisten (Fitri dkk, 2022). Pada persamaan (1),(2),(3), dan (4) ditampilkan reaksi pembakaran biodiesel B35 yang terdiri dari 35% FAME dan 65% solar.



Pada saat pembakaran pada mesin diesel akan terjadi dua kemungkinan reaksi pembakaran, yaitu reaksi pembakaran sempurna (Persamaan (1) & (2)) atau pembakaran tidak sempurna (Persamaan (3) & (4)). Pembakaran sempurna terjadi apabila terdapat cukup oksigen dalam ruang bakar mesin. Pembakaran tidak sempurna terjadi ketika molekul oksigen tidak mencukupi untuk membakar satu molekul hidrokarbon kompleks dalam bahan bakar diesel secara

sempurna. Pada penelitian tersebut bahan bakar biosolar dicampur dengan bioaditif Z-fract dari fraksi minyak serai wangi. Fraksi minyak serai wangi mengandung sitronelal dan sitronelol-geraniol yang mempunyai gugus fungsi aldehida teroksidasi (-CHO) dan alkohol (-OH) yang berperan dalam ketersediaan oksigen di ruang bakar pada saat mesin diesel hidup.

Struktur mayoritas senyawa yang ada dalam minyak atsiri dapat mengurangi kekuatan ikatan van der Waals dalam bahan bakar tersebut. Ikatan antar molekul bahan bakar, yang merupakan gaya dispersi yang rapuh, dapat terpengaruh oleh struktur molekul minyak atsiri. Beberapa senyawa seperti sitronelal, sitronelol, dan geraniol memiliki interaksi dipol-dipol antarmolekulnya, yang lebih kuat dari gaya dispersi. Interaksi ini memfasilitasi pemutusan ikatan antarmolekul, memudahkan degradasi molekul bahan bakar untuk proses pembakaran yang lebih efisien (Fitri dkk, 2022).

Interaksi ini juga melibatkan gaya dipol induksi yaitu senyawa dengan momen dipol permanen berinteraksi dengan senyawa non-polar. Kehadiran oksigen dan volatilitas senyawa seperti sitronelal, sitronelol, dan geraniol dapat mempercepat oksidasi untuk kompresi yang lebih cepat pada bahan bakar

biodiesel. Reaktivitas oksidasi bahan bakar biodiesel dipengaruhi oleh berbagai interaksi kimia, termasuk ikatan van der Waals dan hidrogen, terutama saat bahan bakar tersebut dicampur dengan aditif (Fitri dkk, 2022).

Penjelasan diatas menunjukkan bahwa minyak serai wangi Kintap dapat berpotensi sebagai bio-aditif Z-fract pada bahan bakar biodiesel untuk efisiensi mesin industri PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap dan mengurangi emisi gas buang.

## **KESIMPULAN**

Riset ini menunjukkan potensi minyak serai wangi Kintap untuk dihilirisasi menjadi berbagai produk komersil bioaditif Z-fract untuk biodiesel. Rencana riset selanjutnya adalah formulasi dan blending fraksi minyak serai wangi Kintap dan pengujiannya pada mesin industri PT. Arutmin Indonesia Tambang Kintap.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Alfian, D.G.C.; Prahmana, R.A.; Silitonga, D.J.; Muhyi, A.; Supriyadi, D. (2019). Performance Characterization of Gasoline Engine with Patchouli Oil as Bio-Additive for Gasoline with an Octane Number 90. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*, 258, 012010.

Cahyono, B., & Sampurno, B. (2022). EFEK PEMANASAN TERHADAP VISKOSITAS DAN DENSITAS BIODIESEL. In *PROSIDING*

*SEMINAR NASIONAL INOVASI PENDIDIKAN MARITIM* (pp. 1-4).

Fitri, N., Riza, R., Akbari, M. K., Khonitah, N., Fahmi, R. L., & Fatimah, I. (2022). Identification of citronella oil fractions as efficient bio-additive for diesel engine fuel. *Designs*, 6(1), 15.

Hariyanto, H., Gamayel, A., & Mulyana, F. (2021). Pengaruh Campuran Biodiesel-Minyak Nabati-Minyak Atsiri Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Diesel. *Jurnal Mekanik Terapan*, 2(1), 41-47.

Jazuli, M., & Wibowo, A. A. (2020). Biodiesel sebagai Sumber Energi Terbarukan: Proses dan Teknologi Terkini. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 445-450.

Lawang, A.T. Setyaningsih, D. Syahbana, M., 2019, Evaluasi Minyak Daun Cengkeh Dan Minyak Serai Wangi Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar Dalam Menurunkan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel, *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(2), pp. 95–102

Milenia, R., Islam, L. S., Ihsan, M., & Sarosa, A. H. (2022). Studi Potensi Minyak Serai Wangi Sebagai Alternatif Bahan Aditif Pada Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 6(1), 6-15.

Muhyi, A., Silitonga, D. J., Alfian, D. C., Supriyadi, D., & Prahmana, R. A. (2019, April). Performance Characterization of Diesel Engine Generator Set with the addition of clove oil as Bio-Additives for Diesel fuel. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 258, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

- Nabi, M. N., Rasul, M. G., Rahman, S. M.A., Dowell, Ashley, Ristovski, Z. D., and Brown, R. J., 2019, Study of performance, combustion and emission characteristics of a common rail diesel engine with tea tree oil-diglyme blends, *Energy*, 180, pp. 216–228
- Nda-Umar, U.I., Ramli, I., Taufiq-Yap, Y.H., and Muhamad, E.N., 2019, An overview of recent research in the conversion of glycerol into biofuels, fuel additives and other bio-based chemicals, *Catalysts*, 9(1).
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari energi fosil menuju energi terbarukan: potret kondisi minyak dan gas bumi Indonesia tahun 2020–2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154-162.
- Sukri, S., Sasongko, M. N., & Widodo, T. D. (2021). Pengaruh Campuran Bahan Bakar Biodiesel WCO-Diesel terhadap Karakteristik Api Hasil Pembakaran Spray Difusi pada Concentric Jet Burner. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(2), 459-466.
- Utomo, O. H. A., & Anis, S. (2021). Pengaruh Penambahan Octane Booster dan Minyak Atsiri dalam Biosolar terhadap Performa Mesin Diesel. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(2), 36-45.